

Hydraulics

3rd Year civil

First Term (2009 - 2010)

Chapter (   )

2009 - 2010

بسم الله الرحمن الرحيم

Ch(5)

Velocity Distribution

يهتم هذا الفصل بدراسة شكل توزيع السرعات داخل القنوات المكشوفة والعوامل المؤثرة عليه وكذلك المعادلات التي تحكمه

Factors affecting velocity distribution:

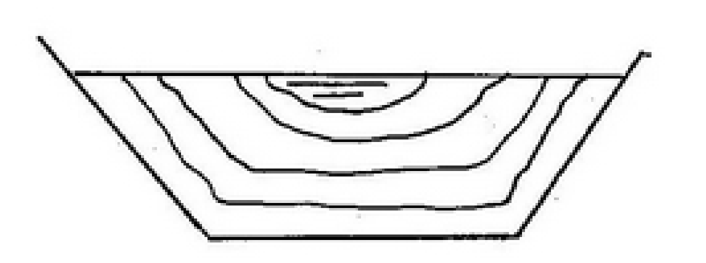
العوامل المؤثرة على شكل توزيع السرعات:

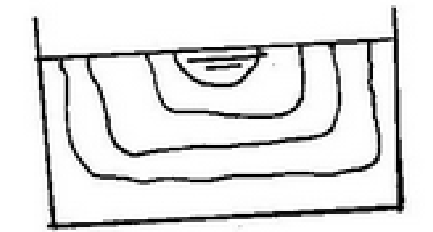
1 - boundary Configuration. ١- خصائص حدود القطاع.
2 - Roughness of boundary. ٢- خشونة الحدود.
3 - The discharge. ٣- التصرف المار بالقطاع.
4 - Nature of fluid ٤- طبيعة المائع المار بالقناة.
5 - obistractions in canal ٥- العوائق بالمجرى المائي.

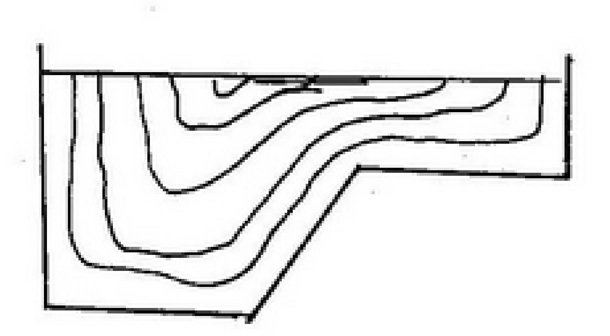
Isovels :

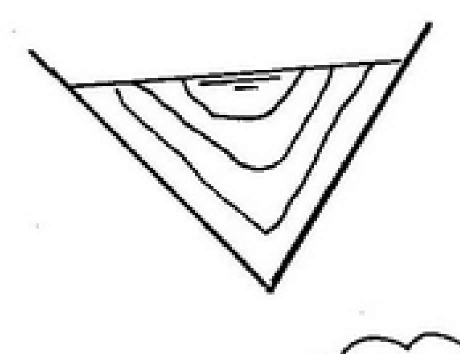
it is an immagerary lines passed through the points that have the same value of velocity.

هى عبارة عن مجموعة من الخطوط الوهمية التى تربط بين النقاط المتساوية فى السرعة داخل المجرى.









ملحوظة

خطوط (isovels) لا يحدث بينها تقاطع

Velocity distribution equations:

uniform Laminar flow:

$$u = \frac{g \cdot S}{\nu}\left(y y_o - y^2/2\right)$$

حيث :

u : قيمة السرعة عند أى عمق (y)

g : عجلة الجاذبية الارضية .

S : ميل قاع القناة .

ν : Kinematic viscosity

y : عمق الماء عند النقطة المراد حساب السرعة عندها

y_o : العمق الكلى للماء فى المجرى المائى .

Uniform turbulent flow:

$$\frac{u}{u_*} = 5.75 \log\left(\frac{9 \cdot y \cdot u_*}{\nu}\right) \quad \text{(smooth bed)}$$

$$\frac{u}{u_*} = 5.75 \log\left(\frac{30\,y}{K}\right) \quad \text{(Rough bed)}$$

$$u_* = \sqrt{g \cdot R \cdot S} = \sqrt{\frac{\tau}{\rho}}$$

حيث :-

shear velocity : u_*

shear velocity :

it is the max. velocity take place in section, before the particle in the Canal start to move

سرعة القص

هى أقصى سرعة تحدث داخل المجرى المائى قبل أن تبدأ حبيبات التربة داخل المجرى فى الحركة مع السريان .

K : Van Karman Const. = 0.4 (clear)
= 0.2 (sediments)

prove that the velocity profile in open channel may be written in the form of

$$U = \frac{g \cdot S}{\nu}\left(y y_o - \frac{y_o^2}{2}\right)$$

from stability

$$W \sin\theta = F_\tau$$

for θ is very small

$$\therefore \theta = \sin\theta = \tan\theta = S$$

$$\therefore W = \gamma * dx\, dy\, dz \quad (1)$$

$$F_\tau = \mu \times \frac{dv}{dy} \times A_{shear}$$

$$F_\tau = \mu \times \frac{du}{dy} \times dx\, dz \rightarrow (2)$$

from ①, ②

$$S * \gamma * \cancel{dx}\, dy\, \cancel{dz} = \mu \times \frac{du}{dy}\, \cancel{dx}\, \cancel{dz}$$

$$\gamma \cdot S \cdot dy = \mu \cdot \frac{du}{dy}$$

$$\therefore \frac{du}{dy} = \frac{\gamma \cdot S}{\mu}\, dy$$

$$\frac{du}{dy} = \frac{\gamma \cdot S}{\mu}\,(y_o - y)$$

$$\int du = \frac{\gamma \cdot S}{\mu} \int (y_o - y)\, dy$$

$$u = \frac{\gamma \cdot S}{\mu}\left(y_o y - y^2/2\right) + C$$

for $y = 0$, $u = 0$ $\Rightarrow C = 0$

$$\therefore u = \frac{\gamma \cdot S}{\mu}\left(y_o y - y^2/2\right)$$

$$\because \mu = \rho \cdot \nu \quad , \quad \gamma = \rho \cdot g$$

$$u = \frac{g \cdot S}{\nu}\left(y_o y - y^2/2\right) \quad \#$$

Ch(6): Boundary shear in open channel

أهمية دراسة Shear :

١- دراسة اتزان القطاعات المائية .
٢- معرفة الميول المناسبة لجوانب القنوات .
٣- تقليل مقاومة القطاع المائي .
٤- دراسة الانواع المختلفة للتبطين

Tractive force: قوة السحب

Due to movement of water in open channel it exerts a force in the direction of flow this force is known as (tractive force)

نتيجة حركة الماء داخل المجرى المائي تنتج منها قوة تؤثر مع اتجاه السريان تعرف هذه القوة بقوة السحب وهي قوة تحاول سحب حبيبات التربة معها

Permisible tractive force:

it is the tractive force that can not cause any movement of particle

هى قوه السحب داخل المجرى المائى ولا تسبب أى حركه لحبيبات التربه فى القطاع .

Critical tractive force:

it is the tractive force at which the particles start to move with flow.

هى قوه السحب التى تبدأ عندها حبيبات التربه فى الحركه مع اتجاه السريان

Critical shear stress. (τ_{cr})

هى قيمه اجهاد القص والذى تبدأ عنده حبيبات التربه فى الحركه مع اتجاه السريان .

ولضمان اتزان القطاع المائى يجب أن تكون قيمه اجهاد القص الناتج من حركه السريان بالمجرى المائى سواء على جوانب القطاع أو على قاع المجرى المائى اقل من قيمه اجهاد القص الذى يسبب حركه لحبيبات التربه .

ويمكن ايجاد قيمه (τ_{cr}) كالآتى

$$\tau_{cr} = d_{50} \text{ (in cm)}$$

مثال

اذا كان قطر حبيبه التربه $d_{50} = 3\ mm$

هذا معناه أن هذه الحبيبه يمكنها تحمل اجهاد قص قيمته $0.3\ kg/m^2$ قبل أن تبدأ فى الحركه.

$$\tau_{cr} = 0.4\ d_{25} \text{ (in cm)}$$

مثال

$d_{25} = 12\ mm = 1.2\ cm$

$\tau_{cr} = 0.4 \times 1.2 = 0.48\ kg/m^2$

Tractive force distribution

For particle on side:

$\because T.F = \tau_s \times a$

$R = \sqrt{W^2 \sin^2\theta + (T.F)^2}$

$R = \sqrt{W^2 . \sin^2\theta + \tau_s^2 . a^2}$ ①

$R = W\cos\theta . \mu$

$R = W\cos\theta . \tan\phi$ ②

W sinθ

θ

W cosθ

W

W

W sinθ

T.F

R

for ① = ②

$W\cos\theta . \tan\phi = \sqrt{W^2 . \sin^2\theta + \tau_s^2 . a^2}$

$\therefore W^2 \cos^2\theta . \tan^2\phi = W^2 . \sin^2\theta + \tau_s^2 . a^2$

$\tau_s^2 . a^2 = W^2 \cos^2\theta \tan^2\phi - W^2 . \sin^2\theta$

$$\tau_{s'}^2 = \frac{W^2}{a^2}\left[\cos^2\theta \tan^2\phi - \sin^2\theta\right]$$

بأخذ $\cos^2\theta \tan^2\phi$ عامل مشترك

$$\tau_{s'} = \frac{W^2}{a^2}\cos^2\theta \tan^2\phi \left(1 - \frac{\sin^2\theta}{\cos^2\theta \cdot \tan^2\phi}\right)$$

$$\tau_{s'} = \frac{W^2 \cos^2\theta \tan^2\phi}{a^2}\left(1 - \frac{\tan^2\theta}{\tan^2\phi}\right)$$

$$\boxed{\tau_{s'} = \frac{W}{a}\cos\theta \tan\phi \sqrt{1 - \frac{\tan^2\theta}{\tan^2\phi}}}$$

For particle on bed:

$\theta = 0$

$$\boxed{\tau_b = \frac{W}{a}\tan\phi}$$

حيث

θ : زاوية ميل جانب القناة .

ϕ : زاويه الميل الطبيعي للتربة .

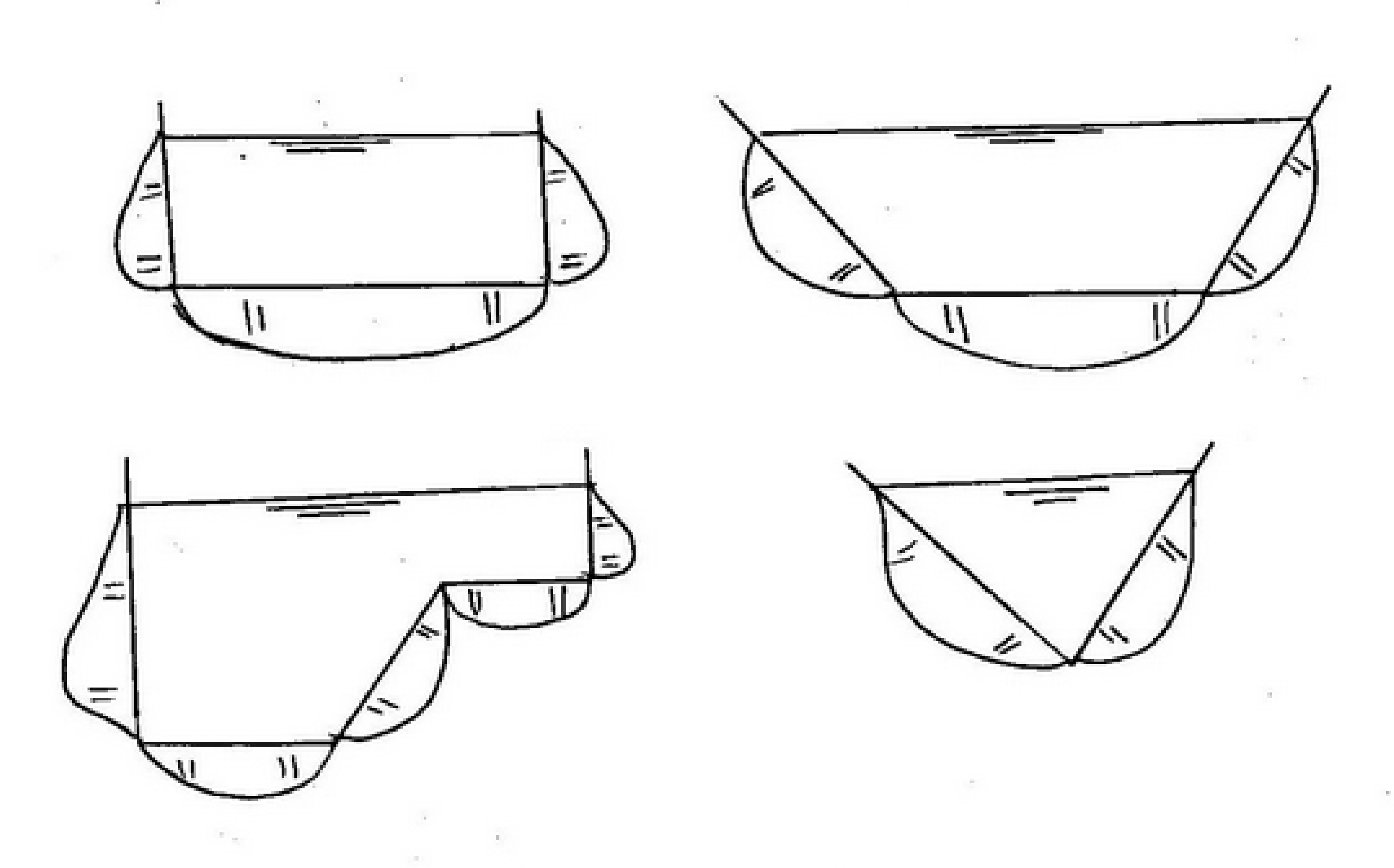
a : المساحة المعرضة للقص .

W : الوزن المؤثر على الجانب أو القاع .

Tractive force ratio: (K)

هو النسبة بين اجهاد القص المتكون على جانب القناه إلى اجهاد القص المتكون على قاع القناه

$$K = \frac{\tau_s}{\tau_b} = \cos\theta \sqrt{1 - \frac{\tan^2\theta}{\tan^2\phi}}$$



How to find shear stress:

$$\tau_o = \gamma \cdot y \cdot S$$

من المنحنى و بمعلومية b/y ونوع القطاع نحصل على نسبة τ_b من τ_o

(on bed)

% of T.F

1.0, 0.9, 0.8, 0.7, 0.6, 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1

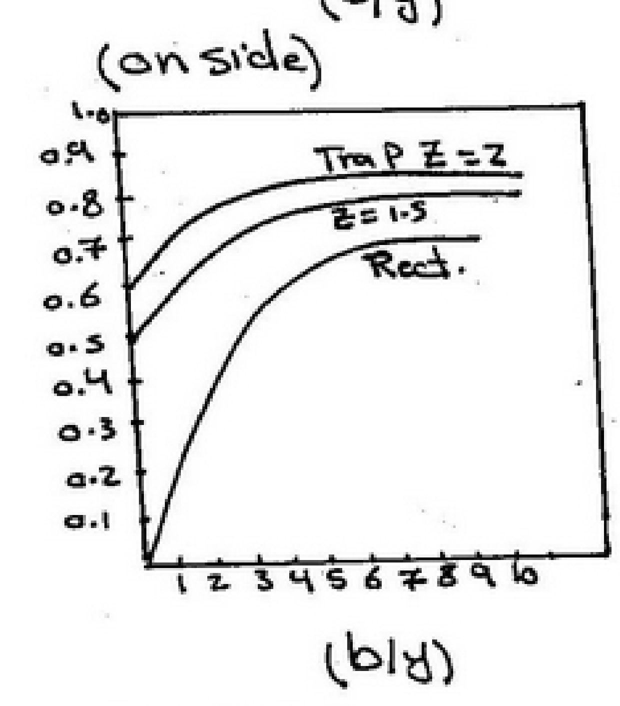
Trap Z = 2.0 = 1.5

Rec.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

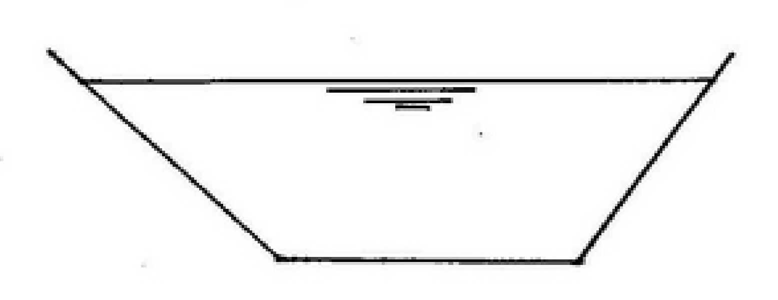
(b/y)

من المنحنى و بمعلومية b/y ونوع القطاع نحصل على النسبة بين τ_{side} و τ الكلية



Special Case:

for trapizoidal sec. of



$b = 4y$

$Z = 1.5$

$$\tau_{s'} = 0.75\,\tau_o = 0.75\,\gamma \cdot y \cdot s'$$

$$\tau_b = 0.97\,\tau_o = 0.97\,\gamma \cdot y \cdot s$$